

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Februar 2005 (10.02.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/013574 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04L 25/03, 25/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/051402

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juli 2004 (08.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
03017077.3 28. Juli 2003 (28.07.2003) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FREY, Thomas
[DE/DE]; Eichhaldenweg 1, 89081 Ulm (DE).
KIESSLING, Mario [DE/DE]; Lehle 34, 89075 Ulm
(DE). REINHARDT, Markus [DE/DE]; Eisenhower Str.
23, 89231 Neu-Ulm (DE). VIERING, Ingo [DE/DE];
Sintpertstr. 11, 81539 München (DE).

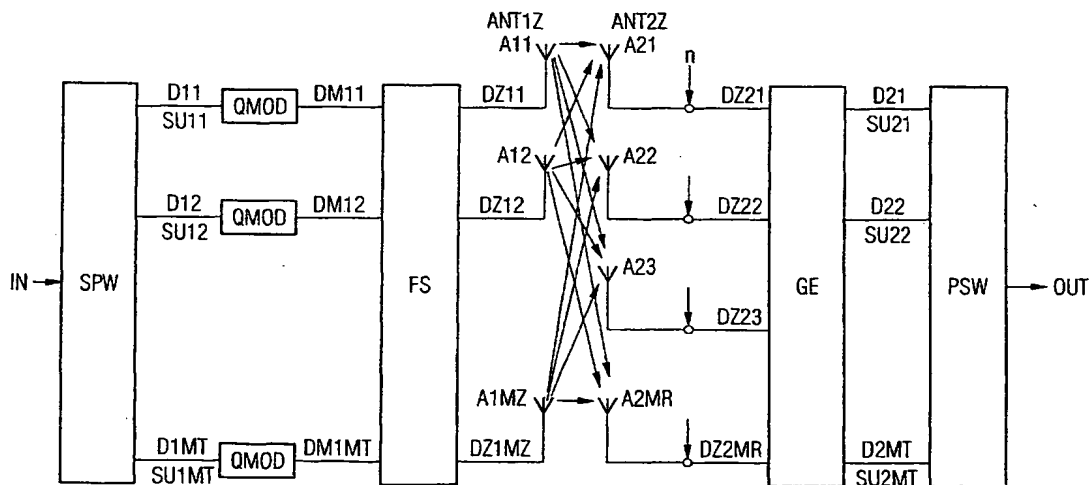
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRE-FILTERING TRAINING SEQUENCES IN A RADIOCOMMUNICATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VORFILTERUNG VON TRAININGSSEQUENZEN IN EINEM FUNKKOMMUNIKATIONSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a method for pre-filtering a training sequence in a radiocommunication system consisting in using an emitter in the form of an antenna device comprising several antenna systems, thereby making it possible to transmit the training sequences through a pre-filter to said antenna systems side for reradiation by the emitter. Estimation enabling to form the properties of radio transmission channels described by spatial correlations is formed. Said prefilter is dimensioned according to said correlations, thereby minimising the error value of a used algorithm for estimating the channel on a reception side.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorfilterung einer Trainingssequenz in einem Funkkommunikationssystem, bei dem zumindest sendeseitig eine aus mehreren Antennensystemen bestehende Antennenanordnung verwendet wird. Dabei werden die Trainingssequenzen über ein Vorfilter den sendeseitigen Antennensystemen zur Abstrahlung zugeführt. Anhand der Trainingssequenzen wird eine Schätzung zur Bildung von Funkübertragungskanaleigenschaften,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/013574 A1

Beschreibung

Verfahren zur Vorfilterung von Trainingssequenzen in einem Funkkommunikationssystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorfilterung von Trainingssequenzen in einem Funkkommunikationssystem, bei dem zumindest sendeseitig eine aus mehreren Antennensystemen bestehende Antennenanordnung verwendet wird.

Bei Funkkommunikationssystemen, wie beispielsweise bei Mobilfunksystemen, werden zur Steigerung einer Datenübertragungskapazität sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig jeweils aus mehreren Antennensystemen bestehende Antennenanordnungen verwendet. Derartige Funkkommunikationssysteme werden als sogenannte "Multiple Inter Multiple Output", kurz "MIMO", Funkkommunikationssysteme bezeichnet.

Mit Hilfe spezieller Signalverarbeitungsalgorithmen wird ein digitaler Eingangsdatenstrom in Teildatenströme aufgeteilt und über die sendeseitigen Antennensysteme abgestrahlt. Aufgrund der räumlich angeordneten Antennensysteme sind räumliche Funkkanalkoeffizienten ableitbar, die Eigenschaften von Funkübertragungskanälen repräsentieren. Die Funkkanalkoeffizienten beschreiben beispielsweise einen Signalschwund (Fading), eine spezifische Ausbreitung, eine Dämpfung, Störungen, usw., im Funkübertragungskanal.

Die Funkkanalkoeffizienten werden beispielsweise sendeseitig für die Vorfilterung der Teildatenströme verwendet, um diese im Hinblick auf einen erhöhten Datendurchsatz oder im Hinblick auf eine erhöhte Übertragungsqualität optimal an die Funkübertragung anzupassen. Beispielsweise wird durch die Vorfilterung für jeden Teildatenstrom eine individuelle Sendeleistungsanpassung und/oder eine individuelle Modulation durchgeführt.

Dieser empfangsseitige Fehlerwert ist beispielsweise als zu minimierender Fehlerwert vorgegeben oder es soll ein vorgegebener Fehlerwert mittels einer Variation der Länge der Trainingssequenzen erzielt werden.

5

Die Funkübertragungskanaleigenschaften werden empfangsseitig mit Hilfe der Trainingssequenzen geschätzt und an die Sendeseite zur Dimensionierung des Vorfilters übermittelt. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn in Aufwärtsrichtung
10 (Uplink) und in Abwärtsrichtung (Downlink) verschiedene Trägerfrequenzen zur Funkübertragung verwendet werden.

Oder aber die Funkübertragungskanaleigenschaften werden sendeseitig in Abhängigkeit von einem verwendeten Übertragungsverfahren bestimmt. Dies ist beispielsweise dann der Fall,
15 wenn in Aufwärtsrichtung (Uplink) von einer Mobilstation zu einer Basisstation und in Abwärtsrichtung (Downlink) von einer Basisstation zu einer Mobilstation verschiedene Zeitschlitzte einer Trägerfrequenz zur Funkübertragung verwendet
20 werden. Da sich in diesem Fall die Funkübertragungskanaleigenschaften in Aufwärtsrichtung und in Abwärtsrichtung im wesentlichen nicht unterscheiden, sind die Funkübertragungskanaleigenschaften seitens der Basisstation aus der Aufwärtsrichtung direkt bestimmbar und stehen somit sendeseitig an
25 der Basisstation unmittelbar zur Verfügung.

Durch das erfindungsgemäß gestaltete Vorfilter wird im Vergleich zu einem Funkkommunikationssystem ohne Vorfilterung eine Verbesserung der Kanalschätzung erzielt. Insbesondere
30 bei einem empfangsseitig verwendeten Algorithmus zur Bildung eines mittleren quadratischen Fehlerwerts ("Mean Squared Error"), kurz MSE-Algorithmus, wird die Verbesserung in Hinsicht auf den mittleren quadratischen Fehler erzielt.
Weiterhin wird eine Verwendung von verkürzten Trainingssequenzen unter Einhaltung eines vorgegebenen Fehlerwerts ermöglicht.
35

Funkübertragungskanäle bzw. die den Funkübertragungskanälen jeweils zugeordneten Sende- bzw. Empfangsantennensysteme zu-
einander räumlich korreliert sind. Dabei sind insbesondere
bei einer direkten freien Sichtverbindung ("Line of Sight")
5 die Funkkanalkoeffizienten genau zu bestimmen, da sie sich
lediglich über einen längeren Beobachtungszeitraum ändern.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird nachfolgend ein
typisches MIMO-Funkkommunikationssystem in allgemeiner Form
10 beispielhaft dargestellt.

FIG 1 zeigt ein Blockschaltbild eines MIMO-Funkkommuni-
kationssystems. Ein digitales Eingangssignal IN, das seriell
aufeinanderfolgende Bits aufweist, gelangt sendeseitig an ei-
nen Seriell/Parallel-Wandler SPW, mit dessen Hilfe das Ein-
gangssignal IN in insgesamt MT Datenfolgen D11, D12, ...,
15 D1MT für MT sendeseitige Subkanäle SU11, SU12, ..., SU1MT
aufgeteilt wird. Jeder einzelne der MT sendeseitigen Subkanä-
le SU11 bis SU1MT weist zur Modulation der einzelnen Daten-
folgen D11 bis D1MT jeweils einen Modulator QMOD auf, wobei
20 hier die Datenfolgen D11 bis D1MT mit Hilfe eines identischen
Modulationsverfahrens moduliert werden.

Modulierte Datenfolgen DM11, DM12, ..., DM1MT gelangen über
ein Vorfilter FS zur Abstrahlung an eine sendeseitige Anten-
neneinrichtung ANT1Z, die insgesamt MZ einzelne Antennensys-
teme A11, A12, ..., A1MZ aufweist. Mit Hilfe einer empfangs-
seitigen Antenneneinrichtung ANT2Z, die insgesamt MR einzelne
Antennensysteme A21, A22, ..., A2MR aufweist, werden MR Da-
30 tenfolgen DZ21, DZ22, ..., DZ2MR empfangen. Diese weisen je-
weils einen Rauschanteil auf, der durch einen Rauschvektor n
dargestellt ist.

Die MR Datenfolgen DZ21 bis DZ2MR gelangen an ein Matrixfil-
35 ter GE, das MT Datenfolgen D21, D22, ..., D2MT für MT emp-
fangsseitige Subkanäle SU21, SU22, ..., SU2MT bildet. Die Da-
tenfolgen D21 bis D2MT gelangen an einen Parallel/Seriell-

Beim MIMO-Funkkommunikationssystem wird eine Übertragung einer Trainingssequenz über einen Funkübertragungskanal mit weißem Rauschen am Empfänger modelliert durch:

$$Y = R_{\tilde{n}\tilde{n}}^{-0,5} HFS + R_{\tilde{n}\tilde{n}}^{-0,5} \tilde{N} = R_{\tilde{n}\tilde{n}}^{-0,5} HFS + N$$

5

Gleichung (1)

mit:

- | | | |
|----|--------------------------|---|
| | N_t | als Trainingssequenzlänge, |
| 10 | M_{TX} | als Anzahl der sendeseitigen Antennensysteme, |
| | M_{RX} | als Anzahl der empfangsseitigen Antennensysteme, |
| | S | als sendeseitige Trainingssequenzmatrix der Größe $M_{TX} \times N_t$, |
| | F | als lineare Matrix des sendeseitigen Vorfilters, |
| 15 | | Größe $M_{TX} \times M_{TX}$, |
| | H | als Funkübertragungskanalmatrix mit korrelierten Funkkanalkoeffizienten, Größe $M_{TX} \times M_{RX}$, |
| | \tilde{N} | als gemessene empfangsseitige Rauschmatrix vor einem "Noise-Whitening"-Rauschfilter, |
| 20 | | Größe $M_{RX} \times N_t$, |
| | N | als empfangsseitige Rauschmatrix mit weißem Rauschen nach dem "Noise Whitening"-Rauschfilter, Größe $M_{RX} \times N_t$, |
| 25 | $R_{\tilde{n}\tilde{n}}$ | als geschätzte Rauschkovarianzmatrix gemäß Gleichung (5), |
| | Y | als gemessene, verrauschte, empfangsseitige Trainingssequenzmatrix, Größe $M_{RX} \times N_t$. |

Dazu wird Gleichung (4) in Vektor-Schreibweise umgeformt:

$$\underbrace{vec(Y)}_y = \underbrace{((FS)^T \otimes R_{nn}^{-0,5})}_X \cdot \underbrace{vec(H)}_h + \underbrace{vec(N)}_n$$

$$y = X \cdot h + n$$

5

Gleichung (5),

mit h , n , y als Spaltenvektoren.

- 10 Besitzen die Spaltenvektoren h , n die Kovarianzmatrizen R_{hh} und R_{nn} , so wird eine lineare MMSE-Kanalschätzung des Spaltenvektors h entsprechend einer aus der Druckschrift "Fundamentals of statistical signal processing volume 1 (estimation theory), Kay S. M., Prentice Hall, 1993, bekannten Gleichung durchgeführt.
- 15

Man erhält als Schätzwert für den Spaltenvektor h :

$$\hat{h} = (R_{hh}^{-1} + X^H R_{nn}^{-1} X)^{-1} X^H R_{nn}^{-1} y$$

20 Gleichung (6)

mit R_{hh} als Kovarianzmatrix des Spaltenvektors h und mit R_{nn} als Kovarianzmatrix des Spaltenvektors n .

- 25 Wie nachfolgend gezeigt wird, ist die Matrix X eine Funktion der Kovarianzmatrix R_{hh} . Bei weißem Rauschen entspricht die dem Spaltenvektors n zugeordnete Kovarianzmatrix R_{nn} der Einheitsmatrix I .
- 30 Aus der Druckschrift "Fading correlation and its effect on the capacity of multielement antenna systems", Shiu, Foschini, Gans, Kahn, *IEEE Transactions on Communications*, vol. 48,

Mit dem gegebenen Kanalmodell wird ein mittlerer quadratischer Fehlerwert ε ("Mean Squared Error", MSE) abgeleitet:

$$\varepsilon = \text{tr}((R_{Tx}^*)^{-1} \otimes R_{Rx}^{-1} + N_t(F^* F^T \otimes R_{nn}^{-1}))^{-1}$$

5 Gleichung (11)

Dabei wurde Spur (bzw. „Trace“) mit „tr“ abgekürzt.

10 Unter der Voraussetzung, dass sendeseitig bzw. empfangsseitig statistische Informationen über Funkkanalkoeffizienten vorliegen, die in Gleichung (11) mit R_{Tx} bzw. R_{Rx} berücksichtigt werden, ist ein entsprechender Entwurf eines linearen Vorfilters F unter Berücksichtigung eines minimalen Fehlers ε durchführbar.

15

Nachfolgend wird eine additive Überlagerung mit weißem gauß'schen Rauschen am Empfänger betrachtet und eine geschlossene Lösung für den MMSE-Algorithmus abgeleitet.

20 Es gilt:

$$R_{nn} = N_0 \cdot I$$

Gleichung (12),

25 mit N_0 als Rauschleistung.

Daraus ergibt sich der Fehlerwert ε zu:

$$\varepsilon = \text{tr}((R_{Tx}^*)^{-1} \otimes R_{Rx}^{-1} + \frac{N_t}{N_0}(F^* F^T \otimes I))^{-1}$$

Gleichung (13).

30

großer Eigenwert bezüglich einer mittleren zu übertragenden Leistung kennzeichnet somit einen starken Eigenmode.

Die sendeseitige Trainingssequenzmatrix S und die sendeseitigen Eigenvektoren V_{Tx} sind jeweils zeilenweise beschreibbar durch:

$$S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{M_{Tx}} \end{bmatrix} \quad V_{Tx}^* = \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & \dots & v_{M_{Tx}} \end{bmatrix}$$

Gleichung (15)

Das erfindungsgemäße Vorfilter wird beschrieben durch:

$$F^* = V_{Tx} \Phi_f$$

Gleichung (16)

mit Φ_f als Diagonalmatrix, durch die Sendeleistungen zu den Eigenmoden bzw. zu den zu übertragenden Trainingssequenzen zugeordnet werden.

Somit gilt für die Vorfilterung der Trainingssequenzen:

$$F \cdot S = V_{Tx}^* \Phi_f S$$

Gleichung (17)

Diese Gleichung beschreibt einerseits eine Leistungszuordnung zu den Trainingssequenzen, die mit Hilfe des Vektors Φ_f durchgeführt wird, und andererseits ein Beamforming, das an den Trainingssequenzen mit Hilfe der Eigenvektoren V_{Tx}^* der sendeseitigen Korrelationsmatrix R_{Tx} durchgeführt wird.

Nachfolgend wird in einem ersten Ausführungsbeispiel sowohl eine empfangsseitige als auch eine sendeseitige Korrelation der Antennensysteme bzw. der Funkübertragungskanäle betrachtet.

5

Eine Minimierung des Fehlerwerts ε aus Gleichung (20) wird mit Hilfe des sendeseitigen Vorfilters durchgeführt. Unter der Voraussetzung einer Leistungsbeschränkung folgt als Optimierungsproblem:

10

$$\min_{\Phi_f} \text{tr} (\Lambda_{Tx}^{-1} \otimes \Lambda_{Rx}^{-1} + \frac{N_t}{N_0} (\Phi_f \Phi_f^H \otimes I))^{-1}$$

(Gleichung 21),

wobei die Nebenbedingung der Leistungsbeschränkung bestimmt ist durch ρ mit:

15

$$\rho = \sum_{l=0}^{M_{Tx}} \Phi_{f,l}^2$$

Gleichung (22)

Die Minimierung des Fehlerwerts erfolgt unter Beachtung der Nebenbedingung durch numerische Berechnungs- und Optimierungsverfahren.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorfilterung von Trainingssequenzen in einem Funkkommunikationssystem, bei dem zumindest sendeseitig
5 eine aus mehreren Antennensystemen bestehende Antennenanordnung verwendet wird,
 - bei dem die Trainingssequenzen über ein Vorfilter den sendeseitigen Antennensystemen zur Abstrahlung zugeführt werden,
 - 10 - bei dem anhand empfangener Trainingssequenzen eine Kanalschätzung von Funkübertragungskanaleigenschaften, die durch räumliche Korrelationen beschrieben werden, durchgeführt wird, und
 - bei dem das Vorfilter in Abhängigkeit der räumlichen
15 Korrelationen dimensioniert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Vorfilter in Abhängigkeit der räumlichen Korrelationen derart dimensioniert wird, dass ein vorgegebener Fehlerwert eines zur Kanalschätzung verwendeten Algorithmus erreicht wird.
20
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem der empfangsseitige Fehlerwert als Minimalwert bei einer vorgegebenen Trainingssequenzlänge vorgegeben wird oder bei dem der vorgegebene Fehlerwert mittels einer Anpassung der Länge der Trainingssequenzen erreicht wird.
25
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem empfangsseitig ein MSE-Algorithmus zur Kanalschätzung verwendet wird.
30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem durch das Vorfilter für jede Trainingssequenz ein Beamforming-Verfahren durchgeführt wird, indem durch das Vorfilter sowohl eine Leistungszuordnung als auch eine Antennensystemzuordnung zur Trainingssequenz erfolgt.
35

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem eine Minimierung des MSE-Fehlerwerts ε bei einer sendeseitigen und bei einer empfangsseitigen Korrelation von Funkübertragungskanälen bzw. Antennensystemen im Hinblick auf die Diagonalmatrix Φ_f anhand folgender Formel durchgeführt wird:

$$\min_{\Phi_f} \text{tr} (\Lambda_{Tx}^{-1} \otimes \Lambda_{Rx}^{-1} + \frac{N_t}{N_0} (\Phi_f \Phi_f^H \otimes I))^{-1}$$

wobei als Nebenbedingung eine Leistungsbeschränkung anhand folgender Formel bestimmt wird:

$$\rho = \sum_{l=0}^{M_{Tx}} \Phi_{f,l}^2$$

10

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem bei einer sendeseitigen Korrelation von Funkübertragungskanälen bzw. Antennensystemen für Elemente der Diagonalmatrix Φ_f gilt:

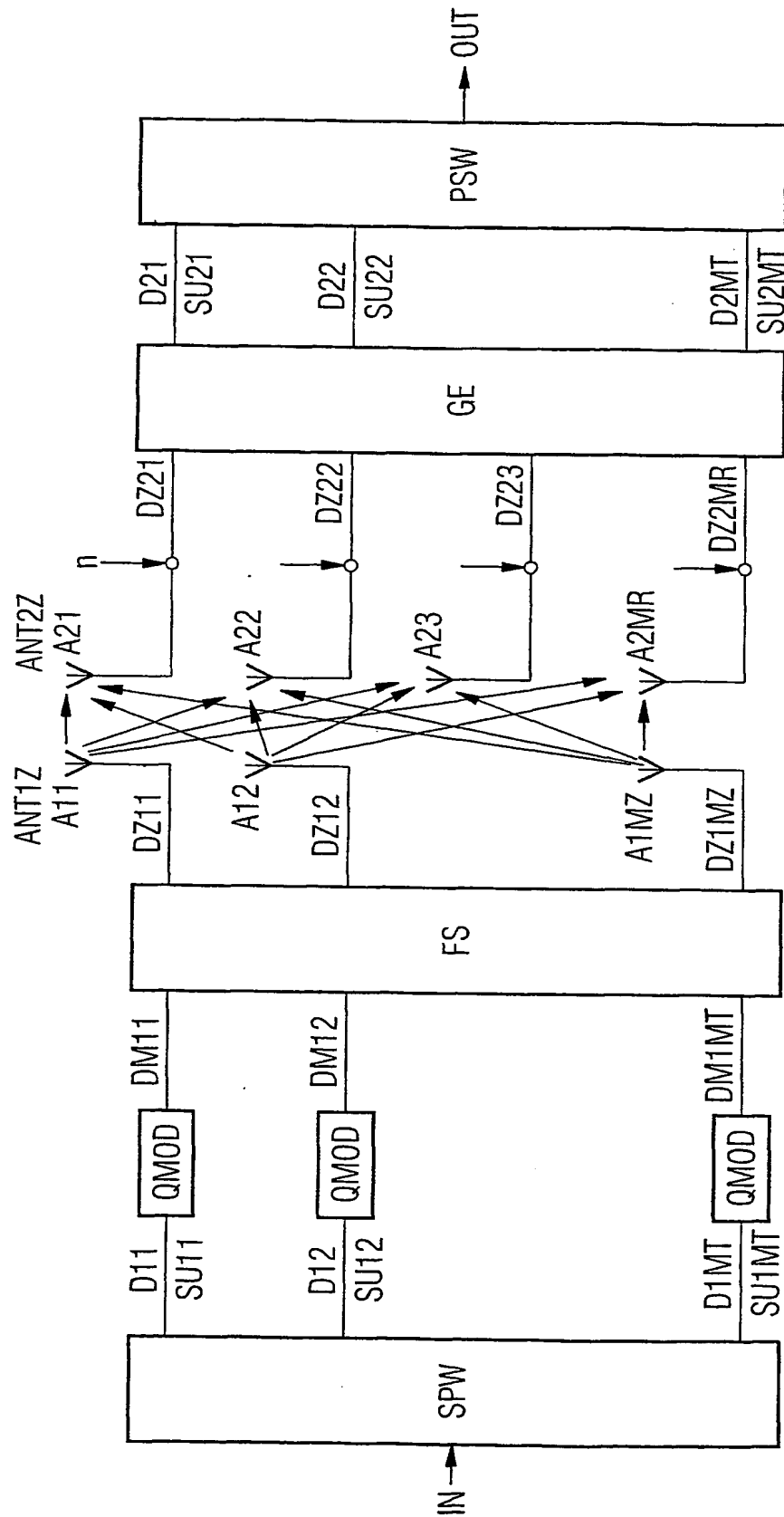
15

$$\Phi_{f,l} = \left[\frac{1}{M_{Tx}} \left(\left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{-1} \text{tr}(\Lambda_{Tx}^{-1}) + \rho \right) \cdot I - \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{-1} \Lambda_{Tx}^{-1} \right]^{0,5}$$

mit der Nebenbedingung $\Phi_{f,1} \geq 0$.

20

11. Sendestation und/oder Empfangsstation eines Funkkommunikationssystems mit Mitteln, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgestaltet sind.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L25/03 H04L25/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>KIESSLING, M.; SPEIDEL, J.; GENG, N.; REINHARDT, M.: "Performance analysis of MIMO maximum likelihood receivers with channel correlation, colored gaussian noise, and linear prefiltering" ICC '03. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, vol. 5, 11 May 2003 (2003-05-11), - 15 May 2003 (2003-05-15) pages 3026-3030, XP002270467 USA the whole document</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2004

Date of mailing of the international search report

04/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koukourlis, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051402

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0137442	A	25-05-2001	DE	19955357 A1	09-08-2001
			AU	2350201 A	30-05-2001
			WO	0137442 A1	25-05-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/051402

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04L25/03 H04L25/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>KIESSLING, M.; SPEIDEL, J.; GENG, N.; REINHARDT, M.: "Performance analysis of MIMO maximum likelihood receivers with channel correlation, colored gaussian noise, and linear prefiltering" ICC '03. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, Bd. 5, 11. Mai 2003 (2003-05-11), - 15. Mai 2003 (2003-05-15) Seiten 3026-3030, XP002270467 USA das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1-11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. September 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Koukourlis, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051402

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0137442	A	25-05-2001	DE	19955357 A1	09-08-2001
			AU	2350201 A	30-05-2001
			WO	0137442 A1	25-05-2001
<hr/>					